

La lutte contre les poussières dans les mines A propos de la Prophylaxie de la Silicose

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue
devant la Faculté de Médecine de Montpellier

le 21 juillet 1946

PAR

Yvon ARNOUX

Diplômé d'Hygiène

Né le 13 avril 1918, à Digne (Basses-Alpes)

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

*Examineurs
de la Thèse*

MM. CARRIEU, professeur, *président*.

VIDAL, professeur.

BERT, agrégé.

LAFON, chargé d'agrégation.

Assesseurs

IMPRIMERIE DE LA PRESSE
3, Rue Jardin-Martel, 3
MONTPELLIER

1946

LA LUTTE CONTRE LES POUSSIÈRES

DANS LES MINES

A PROPOS DE LA PROPHYLAXIE

DE LA SILICOSE

La lutte contre les poussières dans les mines A propos de la Prophylaxie de la Silicose

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue
devant la Faculté de Médecine de Montpellier

le 21 juillet 1946

PAR

Yvon ARNOUX

Diplômé d'Hygiène

Né le 13 avril 1918, à Digne (Basses-Alpes)

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MEDECINE

<i>Examineurs de la Thèse</i>	{	MM.CARRIEU, professeur, <i>président</i> .	{	<i>Assesseurs</i>
		VIDAL, professeur.		
		BERT, agrégé.		
		LAFON, chargé d'agrégation.		

IMPRIMERIE DE LA PRESSE
3, Rue Jardin-Martel, 3
MONTPELLIER

1946

PERSONNEL DE LA FACULTE

Professeurs

Chaires :

MM.

Anatomie	J. DELMAS.
Histologie	TURCHINI.
Physiologie	HEDON
Chimie biologique médicale et toxicologie	CRISTOL
Physique médicale	PECH
Anatomie pathologique et médecine expérimentale	BAUMEL
Microbiologie	LISBONNE
Pathologie et thérapeutique générales	PAGES.
Thérapeutique et matière médicale	JANBON.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	PUECH.
Hygiène	CARRIEU.
Médecine légale et médecine sociale	VIDAL.
Pathologie médicale et clinique propédeutique	BOULET.
Clinique médicale	L. RIMBAUD.
	GIRAUD, doyen.
	MASSABUAU.
	LAPEYRE.
Clinique chirurgicale	
Clinique obstétricale	
Clinique des maladies mentales et nerveuses	EUZIERE, doyen hon.
Clin. des malad. des enfants et hyg. du 1er âge	BOUDET.
Clinique de dermato-syphillographie	MARGAROT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	ETIENNE.
Clinique des maladies des voies urinaires	JEANBRAU, ass.
Clinique gynécologique	AIMES
Clinique ophtalmologique	DEJEAN.
Clinique d'oto-rhino-lar. et chir. maxillo-faciale	TERRACOL.
Histoire naturelle médicale et parasitologie	HARANT.

Charges de cours :

Anatomie	LAUX.
Histologie	GRANEL.
Radiologie	LAMARQUE.
Chimie	MONNIER.

Professeurs honoraires

MM. BERTIN-SANS, CABANNES,
GALAVIELLE, VIRES, VILLARD, GRYNFELT, RICHE.

Chargés d'enseignements complémentaires

MM.

MM.

Chimie	MONNIER, agrégé.	Clinique de la	
Microbiologie	CARRERE, agrégé.	tuberculose	VIDAL, professeur.
Pathologie méd.	BOUCOMONT, agr.	Pathologie et	MOURGUE.
—	BERT, agrégé.	Propédeut. chir.	MOLINES, agr.
Propédeut. méd.	P. RIMBAUD, agr.	Pathologie chir.	TRUC, agrégé.
Clin. interne	PUECH, professeur.	Chir. experim.	
Clin. des mal.		Médecine opér.	ROUX, agrégé.
contagieuses	JANBON, profes.	Accouchements	CADERAS
			DE KERLEAU, agr.
		Stomatologie	HOUPERT, docteur en médecine.

Agrégés en exercice

MM.

MM.

Médecine	P. RIMBAUD.	Chirurgie	MOURGUE.
—	BOUCOMONT.	—	MOLINES.
—	BERT.	Urologie	ROUX.
—	LAFON, ch. d'agr.	Accouchements	TRUC.
Bactériologie	CARRERE.		CADERAS
Chimie	MONNIER.		DE KERLEAU.



A LA MEMOIRE DE MON FRERE VICTOR
mort pour la France

A MON PERE ET A MA MERE
auxquels je dois tout.

A MA FIANCEE

A MON FRERE ET A MA BELLE-SŒUR

A TOUS MES PARENTS ET AMIS

A MONSIEUR LE PROFESSEUR CARRIEU

*Qui nous fait le grand honneur
de présider cette thèse. Nous tenons
à lui exprimer ici toute notre
reconnaissance pour la bienveillance
de son accueil et la sympathie qu'il
nous a témoignée au cours de nos
études.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR VIDAL

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGREGE BERT

A MONSIEUR LE DOCTEUR LAFON

A MONSIEUR LE DOCTEUR JEAN MAGNIN

AVANT-PROPOS

La silicose vient d'être reconnue récemment, comme une maladie professionnelle sujette à réparation.

Nous nous proposerons d'étudier quelles sont les armes dont nous disposons actuellement pour lutter contre cette pneumoconiose qui décime les mineurs du rocher, au moment où la lutte contre cette maladie va devenir obligatoire, du fait de la nouvelle législation.

Nous remercions bien vivement ici, Monsieur le Docteur MAGNIN, de Bessèges, qui nous a suggéré l'idée de cette thèse et a mis si aimablement à notre disposition sa parfaite connaissance de la question et sa riche documentation.

LA LUTTE CONTRE LES POUSSIÈRES DANS LES MINES A PROPOS DE LA PROPHYLAXIE DE LA SILICOSE

INTRODUCTION

La silicose a disparu des industries du « jour » où l'on a pu se protéger des poussières minérales.

C'est ainsi que les ouvriers employés dans la métallurgie au décapage au jet de sable, ont vu cette affection disparaître de leur corporation depuis qu'ils sont soustraits à l'atmosphère des poussières siliceuses qui régnaient dans leurs ateliers, par l'usage de masques ou cagoules à insufflation d'air pur, ou bien depuis qu'ils ont remplacé le jet de sable par un jet de grenaille d'acier.

Nous nous proposerons dans une première partie d'étudier les poussières de nos industries si nombreuses qui ont des chantiers en sous-sol, au « fond », comme les industries extractives, les entreprises de percement de tunnels et tous les travaux nécessitant des galeries creusées dans le rocher et appelées « travers bancs ».

Dans une deuxième partie, nous passerons en revue, en cherchant à faire ressortir les raisons de leur efficacité relative, les différentes méthodes de protection utilisées actuellement et celles que l'on a pu préconiser dans la lutte contre les poussières dans les mines.

PREMIERE PARTIE

ETUDE DES POUSSIÈRES DANS LES MINES

ORIGINE DES POUSSIÈRES

Toutes les phases du travail dans le traçage des galeries au rocher sont à l'origine de quantités de poussières. Le rocher est abattu presque uniquement à l'explosif. On y creuse des trous de 4 cm. de diamètre environ, dont la longueur varie de 1 à plusieurs mètres, c'est l'opération du forage.

Forage. — L'ouvrier employé à ce travail utilise le marteau perforateur pneumatique. Cet instrument porte à son extrémité un burin interchangeable ou fleuret, solide tige métallique terminée par le taillant. Le fleuret est animé de puissantes secousses longitudinales produites par des détentes saccadées d'air comprimé dans le marteau pneumatique; le taillant attaque le rocher qui se désagrège en menus éclats, broyés à leur tour jusqu'à devenir des poussières microscopiques.

Le marteau communique de même au fleuret de petites rotations pour éviter qu'il se coince.

Une fois le trou commencé, l'accumulation des poussières

res empêcherait vite la perforation de se poursuivre. Il existe à cet effet plusieurs dispositifs d'évacuation des poussières.

Burin hélicoïdal. — Dans le forage des trous ascendants le burin hélicoïdal est suffisant; le fleuret porte une nervure hélicoïdale en relief sur toute sa longueur, cette nervure agissant à la manière d'une vis d'Archimède ramène du fond du trou à son orifice les poussières de rocher qui se trouvent libérées et éparpillées dans l'atmosphère de la mine par les vibrations de l'appareil.

Burin soufflant. — Dans le forage des trous horizontaux ou descendants, surtout ceux d'une certaine longueur, on utilise le burin soufflant; le fleuret est parcouru par une conduite d'air comprimé, cet air se détend au fond du trou et refoule très activement les poussières le long des parois du trou vers l'atmosphère de la mine.

Cette phase du travail expose l'ouvrier qui l'accomplit à une quantité formidable de poussière, surtout lorsque le burin soufflant est utilisé.

Coup de mine. — Lorsque les trous sont terminés, on introduit dans ceux-ci l'explosif, puis du bourrage, ensuite on évacue le chantier et on procède au tir ou coup de mine.

L'explosion arrache le rocher en morceaux de toutes dimensions, depuis les blocs de parfois plusieurs centaines de kilos jusqu'aux poussières microscopiques. L'atmosphère du chantier est rendue immédiatement irrespirable et impénétrable à la vue.

Déblaiement. — Le chantier est ensuite déblayé, les blocs sont concassés à la masse, ou bien minés à nouveau

s'ils sont trop volumineux; les débris sont chargés à la pelle ou mécaniquement dans des berlines qui les évacueront.

Cette opération est à l'origine de nouvelles poussières, et comme toutes les manœuvres dans le sous-sol, soulève les poussières qui ont pu se déposer depuis les opérations antérieures.

En définitive, dans un chantier à l'avancement au rocher, les ouvriers travaillent continuellement dans une atmosphère chargée en poussières.

Ces poussières prennent naissance durant les différentes phases de travail. C'est certainement le coup de mine qui est à l'origine du plus grand nombre, bien que lorsque les ouvriers réintègrent le chantier, une certaine quantité ait déjà déposé. Le forage expose particulièrement l'ouvrier qui actionne le marteau-perforateur et produit les poussières les plus fines; toutes les autres manœuvres et manutentions produisent plus ou moins de poussières et surtout soulèvent à nouveau celles déjà formées.

Dimensions. — Les poussières dégagées peuvent être classées en trois groupes d'après leur grosseur :

1° Les plus grosses qui tombent rapidement à terre; elles ne sont pas respirées et ne peuvent blesser que les yeux;

2° Les moyennes qui forment avec l'air une combinaison instable, leur densité empêche la visibilité, elles irritent les yeux et sont arrêtées par les voies respiratoires supérieures;

3° Les plus fines de quelques microns à une dizaine de millimicrons restent très longtemps suspendues dans l'air.

Vitesse de sédimentation. — On a calculé que pour tomber de la hauteur d'une galerie de 2 mètres les poussières de :

1	micron	mettent	5 heures et demie
2	—	—	1 heure et quart
3	—	—	33 minutes
4	—	—	19 minutes
5	—	—	13 minutes
10	—	—	3 minutes

Poussières retenues dans l'alvéole. — Les poussières dangereuses sont celles qui peuvent pénétrer dans les alvéoles pulmonaires.

A la deuxième conférence sur la silicose (Genève 1938), il a été estimé que les poussières au-dessus de 7 microns, ne jouent qu'un rôle secondaire dans la production de la maladie, d'autre part, les particules ultra-microscopiques (quelques millimicrons) n'ont pas un rôle bien établi.

En Allemagne, les poussières sont jugées dangereuses par certains au-dessous de 10 microns, par d'autres entre 5 et 7 microns. 7 microns est la limite supérieure de nocivité officiellement admise.

Au Canada et en Angleterre, on pense que seulement les poussières de 0,5 à 5 microns sont retenues par le poumon.

Aux Etats-Unis, au-dessous de 2 microns commencerait surtout le danger, et ils portent la limite inférieure à 0,2 micron et même 0,1 micron.

Il est donc généralement admis que les poussières ont une nocivité inversement proportionnelle à leur taille.

EMPOUSSIÉRAGE DES CHANTIERS DE MINE

Les premières recherches sur l'empoussiérage des chantiers de mine ont porté sur la présence quantitative des poussières. On a cherché à déterminer le nombre et la taille des particules présentes dans l'atmosphère du sous-sol, sans se soucier de leur composition chimique ou de leur structure cristalline.

Les appareils utilisés sont divers :

Aux Etats-Unis, on emploie surtout l'Imperger. Dans cet appareil, l'air est précipité avec une grande rapidité sur une plaque recouverte d'eau. La poussière est retenue par l'eau et examinée après évaporation. L'efficacité apparente de cet appareil baisse avec la grosseur des particules; elle n'est que de 42 % pour un nuage contenant des poussières ne dépassant par 0 micron 5.

Le Conimètre utilisé dans l'Afrique du Sud, appartient à la catégorie d'appareils où l'air empoussiéré est projeté sur une plaque de verre recouverte d'une pellicule gluante (Baume du Canada, huiles diverses). Les plaques sont ensuite examinées au microscope et les particules comptées sur une certaine surface. L'efficacité d'un tel appareil pour un nuage de poussières de 500 à 2.000 particules par C. C. varie entre 31 à 46 % à l'examen à la lumière directe, entre 49 et 64 % à l'examen sur fond noir. On apprécie difficilement la taille et la forme des particules.

La pompe d'Owens, utilisée surtout en Angleterre, est un appareil dans lequel l'air est aspiré dans un espace clos par une étroite fente, l'air se détend en se refroidissant, ce qui fait condenser l'humidité qu'il contient sur les particules qui se déposent et adhèrent plus facilement à la plaque de verre qui servira à leur examen. L'efficacité d'un tel appareil est d'environ 41 %.

Tous ces appareils donnent des résultats variables en ce qui concerne le nombre des particules, et de peu de valeur quant à leurs dimensions et leurs formes. Les résultats peuvent aussi être exprimés en poids.

Les résultats. — La teneur en poussières de l'atmosphère du sous-sol a été peu étudiée en France.

J. LECLERCQ et MARCHAND ont étudié l'influence de la ventilation sur l'empoussiérage et dans les mines du Nord. Ils trouvent une quantité de poussières rarement inférieure à 6 mgr/m³, atteignant exceptionnellement 500 mgr/m³, il s'agit là en pratique de poussières de moins de 20 microns.

A l'étranger, notamment dans les pays anglo-saxons, de nombreuses recherches ont été faites : une enquête faite dans les mines de charbon anglaises montre que 38 % des ouvriers travaillent dans une atmosphère contenant moins de 670 poussières au C. C.; 37 % dans une atmosphère contenant plus de 5.400 particules au C. C. et 25 % dans une atmosphère intermédiaire.

GARDNER estime qu'un ouvrier respire en moyenne :

2.400 poussières/c.c. lorsqu'il travaille au granit;

8.400 — — — au charbon dur;

4.100 — — — au charbon mou.

A la Conférence nationale des Etats-Unis, il avait été admis qu'une poussière est dangereuse lorsqu'elle contient plus de 135 particules de silices au c. c., ce chiffre est donc variable suivant les proportions de silice des différentes roches. Dans les mines d'or du Rand, dont le minerai contient 80 % de silice, on admet le chiffre de 115 particules/c.c., dans les mines d'or d'Ontario (35 % de silice). 230 p./c.c., dans les mines d'anthracite de Pensylvanie (5 à 35 % de silice) 1.350 m/c.c.

IRVINE apprécie le degré d'empoussiérage en mgr./m³.

1 mgr./m³ correspondrait à un empoussiérage très faible;

5 à 10 mgr./m³ correspondrait à une teneur moyenne;

20 mgr./m³ correspondrait à une atmosphère dangereuse;

100 mgr./m³ correspondrait à un empoussiérage très élevé.

Les résultats trouvés sont difficilement comparables; certains sont exprimés en milligrammes de poussières par mètre cube, d'autres en nombre de particules dans des systèmes de mesure différents. On admet qu'un milligramme de poussière correspond à 500 particules au c. c. Quand on calcule qu'une particule de 10 microns pèse 1.000 fois plus qu'une particule de 1 micron, on voit quelle piètre idée on peut avoir du nombre de poussières contenues dans un nuage, quand on en connaît le poids par mètre cube.

En définitive, toutes ces méthodes de mesure de l'empoussiérage des chantiers du sous-sol n'arrivent qu'à donner une faible idée de la composition quantitative des nuages de poussières.

RECHERCHES SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE ET CRISTALLINE DES POUSSIÈRES

JONES, en 1934, dans son étude de la silicose, souligne la faiblesse des appareils du type Conimètre utilisés jusqu'alors et publie les résultats qu'il a obtenus en utilisant l'examen microscopique à la lumière polarisée. Pour JONES, la silice n'est pas toute l'histoire de la silicose, et il cite le cas des mines de Kolar, aux Indes, où aucune

mesure de protection pour lutter contre la silicose n'est prise, où on emploie jusqu'à des profondeurs dépassant 2.500 mètres la perforation à sec « dry dilling » avec un marteau pneumatique et où la silicose est inconnue, bien que la gangue du minerai d'or exploité contienne 90 % de silice libre sous forme de quartz et s'apparente à cet égard à celle des mines de Witwatersrand qui est connue pour être des plus dangereuses. A Kolar, les ouvriers sont cependant examinés dans les mêmes conditions que dans le Rand, par des médecins spécialistes de la question et à l'affût de la déclaration d'un cas.

La raison de l'inocuité des poussières des mines de Kolar tiendrait au fait qu'elles ne contiennent pas de séricite. La séricite appelée quelquefois mica secondaire est un silicate hydraté d'aluminium et de potassium. JONES a, en effet, décelé des particules de séricite dans les cendres de poumons de mineurs morts de silicose et dans les poussières des mines du Rand mélangées aux particules de quartz. Ces particules à cristallisation aciculaire, très tenues et visibles à la lumière polarisée, qui les différencie des autres particules (quartz en particulier), seraient d'après JONES responsables de la silicose; et ce serait leur présence dans les mines de charbon de South-Wales en Ecosse qui ferait que ces mines dont l'effectif représente les 18 % de l'effectif total des mineurs anglais, fournissent les 89 % du total des cas de silicose reconnus et indemnisés chez les mineurs en Angleterre.

Les travaux de JONES, critiqués depuis lors, ont suscité de nouvelles recherches, surtout dans les pays de langue anglaise, où se sont créés des Instituts d'Etudes de poussières, où collaborent étroitement des physiciens, des chimistes, des physiologistes, des géologues réputés. Ces

savants ont donné pour objet à leurs premières recherches le développement des moyens d'études des poussières, la création d'appareils nouveaux permettant la prise d'échantillons de poussières, se prêtant à une étude plus exacte de la forme, de la taille, du poids, des propriétés physiques et chimiques des particules susceptibles d'être respirées par les ouvriers du sous-sol.

Filtres à poussières. — A cet effet, des filtres furent préconisés, filtres combustibles, filtres solubles et surtout filtres volatils. *Les filtres volatils* à l'acide benzoïque, au naphthalène et à l'anthracène qui donneraient des échantillons permettant de faire des mesures pondérales assez exactes des poussières du sous-sol en supprimant les modifications possibles par combustion et la perte en substances solubles par dissolution du filtre. Les filtres cependant ne permettent pas de prendre des échantillons suffisants parfois, ils se colmatent facilement et n'admettent pas un courant d'air rapide qui les détériorerait.

Le Précipitateur thermique de Whytlaw Gray et Lomax utilise la propriété qu'ont les corps chauds placés dans une atmosphère empoussiérée de déterminer autour d'eux un espace libre de poussière. Un dispositif très simple fait passer le courant d'air chargé de poussières dans cet espace libre, les poussières sont arrêtées et se déposent sur des lamelles de microscope pour examen.

Cet instrument donne une connaissance exacte du nombre, des dimensions et dans une certaine mesure de la forme des particules. La difficulté d'examen des poussières inférieures à 2 microns de diamètre est inhérente à la technique d'examen plus qu'à l'appareil lui-même. L'appareil permet la prise d'échantillons plus volumineux que les filtres et dans un temps plus court.

Le labyrinthe est une longue boîte contenant des chicanes obligeant l'air à traverser de nombreux compartiments. L'air empoussiéré est aspiré par une extrémité de la boîte, traverse les compartiments où il dépose les poussières, les plus lourdes se déposent les premières. Cet instrument permet de recueillir les poussières telles qu'elles se trouvent dans l'air des mines, en les groupant par ordre de grosseur. Il peut être utilisé efficacement avec un gros débit d'air.

MODE D'ACTION DES POUSSIÈRES DANS LE TISSU PULMONAIRE

Parallèlement au développement des moyens d'études des propriétés physiques des poussières, s'est précisée la possibilité d'une action chimique des poussières sur le tissu pulmonaire. On a cru, au début, que les poussières agissaient sur le poumon uniquement par effet mécanique, les arêtes vives des particules de silice ou pour JONES les fins cristaux aciculaires de la séricite, blessant le poumon et déterminant autour d'eux la formation de nodules fibreux de tissu cicatriciel.

Depuis que GYE et KETTLE ont montré que la silice est soluble dans l'eau, on attribue assez généralement l'action nocive de la silice sur le poumon à cette silice solubilisée.

Mais comment agit cette solution de silice.

La silice amorphe en injection intra-veineuse (KETTLE l'a démontré) ne produit pas dans le foie les lésions que produit une suspension aqueuse de fines particules cristallisées. La silice existe de plus normalement dans l'organisme de certains végétaux; des algues vivent dans de l'eau contenant de la silice en solution et possèdent un métabolisme de la silice.

BRISCOE, MATTEWS, SANDERSON, ont remarqué que la poussière de silice qui est restée longtemps en contact avec l'air perd beaucoup plus de poids lorsqu'on la calcine, que la poussière de silice fraîchement formée. Voilà l'explication qu'ils en donnent : la pulvérisation des roches expose à l'air des faces cristallines nouvellement fracturées, sur lesquelles il existe en de nombreux points des valences non satisfaites qui déterminent des forces d'attraction pour la vapeur d'eau de l'air en particulier qui sera attirée et entrera dans la constitution de la particule hydratée. En d'autres termes sur une surface nouvellement fracturée les forces chimiques qui jusque là retenaient attachée cette surface à sa voisine se trouvent libérées et exercent un pouvoir d'attraction sur les substances réactives qu'elles peuvent rencontrer, le plus souvent l'eau.

Pour un même poids de poussière, plus les particules sont fines plus grande est la surface nouvellement fracturée et plus l'eau rentre dans la constitution de la masse totale. Une hydratation de cette nature peut libérer, sur les faces des cristaux, des bases qui ont été retrouvées dans les résidus retirés des filtres à poussières et titrés.

Résultats. — La quantité de base libérée est à peu près proportionnelle à l'hydratation de la poussière. Pour les poussières totalement hydratées, la quantité de base libérée est égale au $1/6$ de la quantité totale de base présente dans le minéral.

Les poussières industrielles ont été étudiées quant à cette propriété, et, dans chaque cas, on a trouvé qu'elles étaient nettement alcalines.

Le cas de l'amiante, une poussière particulièrement inerte au point de vue chimique, et cependant dangereuse

est spécialement significatif. Extrait avec de l'eau, il donne une réaction alcaline d'autant plus marquée que la poussière est plus fine. La séricite est à ce point de vue un des rares minéraux qui cèdent peu d'alcali à l'eau, mais doit être considérée, le plus souvent, comme étant le résultat final stable de l'hydrolyse d'autres minéraux. Si un cristal d'amiante est posé sur une pellicule d'agar-agar, contenant de la phénolphthaléine comme indicateur coloré, on voit qu'une réaction fortement alcaline est produite à ses extrémités où le pH doit être environ 10 ou 11 d'après l'intensité de la coloration.

Cette expérience confirme l'hypothèse que ce sont seules certaines faces des cristaux qui libèrent de l'alcali.

Si on rapproche ce résultat du fait que les fibres d'amiante dans le poumon agissent par leurs extrémités où se forment des petits foyers de nécrose, cette expérience montre que les lésions causées par l'amiante et probablement par toutes les autres poussières dangereuses, tiennent à la nature chimique des substances qu'elles engendrent avec l'eau.

Ces considérations soulèvent toute la question de la nature chimique des extraits solubles des poussières dangereuses et non dangereuses.

Les résultats obtenus dans les expériences précédentes montrent que les poussières siliceuses libèrent dans l'eau à la fois des substances alcalines et de la silice soluble, et la quantité de cette dernière est beaucoup plus grande que s'il s'agissait de silice pure; mais il n'existe aucun rapport simple entre l'alcali et la silice libérée. On peut citer à l'appui du rôle des substances basiques, le fait que la silicose est très active chez les ouvriers employés à la fabrication des poudres alcalines.

Poussières vivantes, poussières mortes. — A plusieurs occasions, il a été prouvé que la nocivité des très fines poussières, qui s'étaient agglomérées ou qui étaient restées longtemps exposées à l'air, était bien moindre que celle de poussières identiques mais fraîchement formées.

BRISCOE appelle « poussières mortes » de telles poussières, par opposition aux poussières fraîchement formées qu'il nomme « poussières vivantes ». Les poussières encloses dans des conduites ou dans des atmosphères neutres, peuvent garder très longtemps leur activité.

Cette disparition de l'activité n'est pas uniquement question de temps, mais d'exposition particulière qui est probablement l'humidité et le CO₂ ou peut-être d'autres substances présentes dans l'air.

L'existence de poussières mortes explique l'échec de certaines tentatives faites pour créer la silicose chez les animaux par inhalation.

Les Canadiens pensent que la silice agit par la formation d'acide silicique suivant la formule simple :



ce serait l'action caustique de cet acide qu'il faudrait incriminer comme facteur de production de nodules fibreux dans le tissu pulmonaire.

Quoi qu'il en soit, la dissolution de la silice ou sa combinaison avec l'eau pour donner de l'acide silicique est fonction du temps, de la température, de la finesse de la poussière, de la nature de la silice envisagée et de la quantité de solvant.

1° *Rôle du temps.* — A 20°, la poussière sur sa surface de brisure est d'abord très vivement attaquée par l'eau; mais au bout de 15 ou 20 jours, la quantité de silice dissoute devient insignifiante, bien qu'au bout de 50 jours elle persiste encore, mais à peine apparente.

2° *Rôle de la température.* — A 100° la quantité de silice dissoute ou combinée en 5 heures est égale à la quantité dissoute ou combinée en 6 jours à 20°. En un jour à 37° la silice dissoute ou combinée dans 100 gr. d'eau pour 1 gramme de quartz est de 18 mgs.

3° *Rôle de la nature de la poussière (siliceuse ou silicateuse) envisagée.* — Les poussières d'asbestos ou de pierre à fusil (Flint), sont beaucoup plus rapidement attaquées (dissolution ou combinaison) que les poussières de quartz et surtout que les poussières de mica ou de séricite.

C'est ainsi qu'en 5 heures à 100°, on dissout dans 100 gr. d'eau contenant un gramme de poussières siliceuses ou silicateuses :

a) Sous forme d'asbestos	48 milligrammes	
b) Sous forme de pierre à fusil (Flint)	42	—
c) Sous forme de quartz	4	—
d) Sous forme de séricite	2	—

4° *Rôle de la finesse des poussières.* — Pour un même poids de poussières siliceuses ou silicateuses de même nature, dans un même temps donné, et dans les mêmes conditions de température, le coefficient de dissolution des poussières est inversement proportionnel à leur calibre. Plus la silice est finement pulvérisée, plus elle se dissout ou se combine rapidement dans l'eau.

BRISCOE a pu calculer qu'en 5 heures, à 100°, l'eau pouvait pousser son action destructive et dissolvante jusqu'à 0 micron 2 de profondeur sur la surface de section fraîche attaquée par l'eau; si bien qu'une fine poussière de calibre de 0 micron 2 aurait complètement disparu (dissoute ou combinée) en 5 heures à 100°.

5° *Rôle de la quantité de solvant, par rapport à la quantité de poussières attaquées.* Pour un même volume d'eau, 100 cc. par exemple (toutes les autres conditions restant égales par ailleurs), la quantité de poussières attaquées (dissolution ou combinaison), sera plus grande si on expose à l'action de ce même volume d'eau, 4 grammes de poussières siliceuses, que si on expose 1 gramme par exemple.

Mais la courbe de dissolution n'est cependant pas proportionnelle à la quantité de poussières exposée à l'action d'un même volume d'eau.

Alors par exemple qu'à 100° en 5 heures, 1 gramme de poussières dans 100 grammes d'eau, donne 4 mmgr. de silice dissoute ou combinée, 5 grammes de poussières ne donneront pas 20 mmg. de silice dissoute, mais seulement 8 ou 9 mgr.

Cette première série d'expériences du Professeur BRISCOE et de ses collaborateurs, montre dans quelles conditions et dans quelle mesure, des poussières fraîches et vivantes de silice ou de silicates sont attaquées par l'eau, dissolution, ou combinaison aboutissant à la formation d'acide silicique.

Dans une nouvelle série d'expériences, le Professeur BRISCOE tend à démontrer que certaines substances mêlées aux poussières siliceuses peuvent empêcher ou retarder l'action des poussières fraîches vivantes, les seules qui soient toxiques ou nocives.

1° *le benzène.* — Si l'on broie finement dans du benzène un cristal de quartz et qu'on soumette ensuite la poussière de quartz produite par ce broyage à l'action de l'eau, on constate que cette poussière n'est plus attaquée par l'eau. Mais si cette poussière imprégnée de benzène est soumise

ensuite à l'action de l'alcool à 90°, qui dissout le benzène, elle récupère immédiatement après la faculté de se dissoudre ou de se combiner à l'eau.

2° *le charbon de cornue*. — Mêlée à du charbon de cornue la poussière de silice voit sa solubilité dans l'eau s'éteindre ou diminuer.

3° *la chaux*. — Comme le benzène, la chaux annihile pour le flint et l'amiant, la possibilité de se dissoudre dans l'eau ; mais il n'en est pas de même du carbonate de chaux qui n'a aucune action empêchante.

Le fait suivant vient confirmer ces expériences de laboratoire : on a remarqué que dans le broyage industriel de la craie siliceuse, il n'y avait pas de cas de silicose chez les ouvriers, bien que la silice soit présente dans les poussières.

De même, le Professeur HALDANE explique l'absence de la silicose dans certains chantiers, par la présence de substances empêchantes.

Reprenant les faits indéniables constatés par JONES, sur l'innocuité des poussières siliceuses de Kolar, de Lonely-Mine, de Gold Coast, il en donne une explication toute autre que celle formulée par JONES : si la silicose est rare ou inexistante dans ces mines, cela tient simplement à ce que le filon de minerai est entouré de schistes que les mineurs abattent en même temps que le minerai siliceux, et dont la poussière en se mélangeant à la silice du filon neutralise en quelque sorte son action nocive. « De la même façon, disait HALDANE, que l'oxygène pur cesse d'être un poison pour les poumons quand il est suffisamment mélangé à de l'azote ou à d'autres gaz inertes, de même les poussières de schistes mêlées à celles de la silice neutralisent leur action nocive ». Le Professeur HALDANE expliquait de même la

bien plus grande fréquence de la silicose dans les mines de charbon (anthraciteux) du South-Wales, comparée à leur fréquence bien moindre dans les mines de charbon bitumineux, du reste de l'Angleterre et de l'Ecosse. « C'est, disait-il, parce que, pour éviter les risques d'incendie, la loi oblige à répandre dans les mines bitumineuses du schiste, pour être mélangé dans la proportion de 50 % aux poussières de charbon répandues sur le sol, que la silicose apparaît plus rarement dans ces mines, que dans les mines de charbon dur, où pareille réglementation, n'est pas prescrite ni appliquée ».

Le Professeur HALDANE posait ainsi en 1934 le problème de la possibilité d'une défense contre la nocivité des poussières de silice, en les mélangeant à d'autres poussières inertes et neutralisantes.

DEUXIEME PARTIE

LUTTE CONTRE LES POUSSIÈRES DANS LES MINES

Méthodes de protection actuellement utilisées contre les poussières, et celles que l'on a pu préconiser

Bien avant que la silicose ait été individualisée, on a cherché à lutter contre les poussières dans les mines.

Les mesures de protection étaient prises avant tout contre les poussières visibles, les plus grosses, dont la densité diminue la visibilité dans les chantiers, irrite les yeux, les voies respiratoires supérieures et ralentit le travail par la gêne qu'elle procure aux ouvriers. Les poussières les plus fines, invisibles, moins gênantes immédiatement étaient ignorées.

Des mesures rudimentaires, les seules encore employées dans bien des entreprises consistent en :

une éponge mouillée sous les narines, un tampon d'ouate, parfois un simple mouchoir ; l'éponge mouillée fournie aux ouvriers ayant l'avantage d'être facilement lavable et d'un long usage.

Par la suite, devant les dégâts occasionnés par la maladie du rocher et avant même que la silicose soit reconnue

officiellement par les autorités médicales, des techniciens, présentant la nocivité des poussières et leur rôle dans cette maladie qui affecte plus particulièrement les mineurs du rocher, ont essayé des méthodes de protection plus perfectionnées et plus efficaces.

La ventilation. — On a cherché à se débarrasser des poussières en intensifiant la ventilation qui est, par ailleurs, indispensable dans ces galeries en cul-de-sac, où le cubage d'air revenant à chaque ouvrier serait insuffisant, en raison de l'exiguité du chantier et des émanations diverses : gaz toxiques à la suite des tirs, vapeurs d'huile décomposée des marteaux pneumatiques, présence de nombreux ouvriers.

La ventilation des chantiers à l'avancement est faite de la manière suivante : le circuit de ventilation des travers-bancs est branché sur le circuit principal de la mine ; un ventilateur puis de l'air dans une galerie aérée du circuit principal, l'amène au front de taille par des tuyaux, et de là, après avoir plus ou moins baigné le chantier, cet air retourne par la galerie à l'avancement, vers le circuit principal où il se dilue.

La ventilation entraîne en partie les poussières en suspension dans l'air, mais les remous qu'elle crée soulèvent celles qui ont pu se déposer ou être projetées dans les innombrables nids à poussières qui existent inévitablement dans un chantier à l'avancement.

L'eau. — Parallèlement à la ventilation intensive a été employé l'injection et la pulvérisation d'eau.

On a fondé de grands espoirs sur l'utilisation de l'eau.

Marteaux perforateurs à injection d'eau. — Ils devaient supprimer les poussières du forage.

Le fleuret est parcouru par un courant d'eau qui arrose le fond du trou. La majeure partie des poussières est embouée, mais les plus fines ne sont pas mouillées, en raison de la tension superficielle de l'eau qui ne peut être vaincue par des masses aussi petites que celles de particules de quelques microns ou millimicrons.

Pierre SEUILLOT, dans la *Revue de l'Industrie Minérale* (juin 1945), dit : « Il suffit d'observer avec une source de lumière convenable, un forage en terrain aquifère : les volutes de poussières qui se dégagent à la sortie du trou noyé d'eau, vous laisse une impression positivement déconcertante et qui ne s'oublie pas ».

En dehors de son inefficacité vis-à-vis des fines poussières cet appareil présente d'autres inconvénients : il ne peut être employé dans les trous descendants, la vitesse d'avancement est diminuée, l'usure des fleurets est augmentée d'une manière considérable, le rocher jouant le rôle d'une meule ; l'eau injectée entretient l'humidité qui ajoute à l'inconfort de la mine les inconvénients du travail dans une atmosphère humide : réduction de l'évacuation sudorale et respiratoire, troubles digestifs et influence probable dans le développement de la tuberculose.

Dans les mines de Rochebelle, un jet d'eau est dirigé vers l'orifice du trou en perforation ; ce procédé bien employé aurait sur les poussières l'efficacité du marteau à injection d'eau qui permettrait un avancement plus rapide ; en dehors de cela mêmes désavantages les ouvriers se mouillent encore plus.

On attaque les poussières qui prendront naissance lors du coup de mine et du pelletage du déblaiement, en arrosant intensément le front de taille avant le tir, et les déblais avant et pendant leur chargement dans les berlines qui les évacueront.

Ces mesures ne peuvent avoir qu'une efficacité relative.

On a également utilisé à cet effet des mousses, telle la mousse Pirène. Ce procédé n'a pas eu de suite ; les bulles enrobent des grains secs qu'elles libèrent ensuite en éclatant.

La meilleure mesure contre les poussières consécutives à l'explosion consiste à ne faire qu'un tir par jour ; les ouvriers ne réintègrent le chantier qu'après 15 heures de temps pendant lequel la ventilation agit ; cette méthode réduit considérablement l'exploitation et se trouve rarement appliquée, le plus souvent les ouvriers reprennent leur travail une heure ou deux après le tir alors qu'il règne encore dans le chantier une atmosphère chargée en poussières de toutes dimensions.

Résultat de l'injection d'eau et de la ventilation L'Expérience sud-africaine

Ces différentes méthodes de protection, ventilation intensive, pulvérisation et arrosage, sont appliqués depuis plus de 20 ans dans les mines du Rand, dans le Sud-Africain, où elles sont devenues légales ; les mines du Witwaters Rand méritent le titre des mines les plus aérées du monde. L'atmosphère des chantiers y est exempte des poussières ou presque autant que l'œil puisse en juger.

Cependant à elle seule, la réparation de la silicose coûte plus de 120 millions de francs par an (1932) sans compter les frais créés par les examens médicaux périodiques, l'aérage, l'injection et la pulvérisation d'eau, et l'abandon de l'exploitation 15 heures sur 24 dans les chantiers à l'avancement.

Certes des résultats appréciables ont été obtenus. Aux dires d'Irvine, les cas de silicose constatés annuellement

sur un effectif de 11 à 12,000 mineurs ont baissé de 850 en 1916 à 250 dans les années 1930-31-32-33. L'amélioration des habitudes et des conditions de vie des mineurs, les visites de l'embauchage sélectionnant les individus les plus robustes et éloignant les tarés du poumon contribuent pour une grande part à ce résultat.

Ces mesures cependant n'ont pas débarrassé l'atmosphère des poussières les plus dangereuses, c'est-à-dire, celles qui ont la taille des poussières trouvées dans les poumons silicotiques d'ouvriers de ces mines d'or, morts de la silicose. De telles poussières ont été pourtant respirées dans l'atmosphère de la mine au moment où apparemment cette atmosphère était claire et où les mesures préventives étaient à leur maximum d'efficacité.

Captage des poussières. — D'autres méthodes de protection tendent à s'opposer au dégagement des poussières par le captage à leur origine. Ces méthodes ne sont guère applicables qu'au forage ; elles consistent en pièges à poussières de différents types.

L'appareil type HAY, aspire les poussières à leur sortie du trou ; une boîte métallique est appliquée plus ou moins hermétiquement à l'orifice du trou, un courant d'aspiration entretenu par une injection d'air comprimé convenablement orienté entraîne les poussières vers une chambre de détente où se déposent les plus grosses, l'air passe ensuite dans un précipitateur vibratoire. Les poussières peuvent être aussi recueillies dans des sacs de récolte d'efficacité moins grande et nécessitant un secouage assez fréquent.

La boîte d'aspiration du *Kadéo* (type Hay) est appliquée fortement contre le rocher par un piston dépendant du marteau-perforateur. Cet appareil possède de plus un aspirateur spécial, plus puissant que celui de l'appareil Hay original.

« L'appareil du type *Sgonina* injecte de l'air au fond du trou. La cavité du trou est mise en communication étanche avec le sac de laine de récolte, par un double raccord enfoncé dans un avant-trou de 15 à 20 cm. de longueur ayant la forme d'un Y. La branche inférieure de l'Y est enfoncée dans l'avant-trou. Une des branches supérieures laisse passer le fleuret et l'autre s'ouvre dans le sac de laine ».

L'appareil *Angers*, construit en France par la Compagnie Ingersoll-Rand est dérivé du *Sgonina*, mais il lui est nettement supérieur. Il utilise un courant d'air aspirant et non soufflant, ce qui favorise le nettoyage du fond du trou » (Paul AUDIBERT). Tous les appareils du style *Sgonina* nécessitent la création d'un avant-trou, pendant laquelle la protection est nulle.

L'efficacité de ces capteurs de poussières est en général bonne, mais ils ne peuvent rien contre les poussières innombrables qui prennent naissance lors de l'explosion, contre celles produites par le concassage des blocs arrachés par l'explosion ou contre celles soulevées par le pelletage des déblais.

PROCEDES TENDANT A NEUTRALISER LES POUSSIÈRES

Nous ne connaissons pas d'essai de neutralisation de l'action nocive de la poussière de silice, tendant à faire disparaître son pouvoir de se dissoudre ou de se combiner à l'eau, en dehors des expériences de laboratoire du Professeur BRISCOE et de ses collaborateurs.

L'essai du benzène, de la chaux et du charbon de corne n'a pas été réalisé en pratique.

En 1937, Denny, Robson et Irwin dans les laboratoires du Professeur Banting, à Toronto (Canada), se sont livrés (après Leroy, U. Gardner qui avait déjà fait les mêmes essais aux Etats-Unis) à des expériences d'empoussiérage de cobaye et de lapins. Comme Leroy U. Gardner ils ont pu produire au bout de 12 à 15 mois chez ces animaux des lésions de silicose nodulaire, identiques à la silicose nodulaire des travailleurs au rocher.

Mais en mêlant à la poussière de silice inhalée par ces animaux 1 % de poussière d'aluminium, ils ont constaté que les lésions silicotiques ne se produisaient pas chez les animaux empoussiérés. Leroy U. Gardner a repris ces expériences avec les mêmes résultats, il a de plus démontré que certaines alumines avaient la même propriété que la poudre d'aluminium métal. Toutes ces expériences sur l'action empêchante ou neutralisante de la nocivité de la silice inhalée sont très intéressantes, car elles permettent d'espérer qu'on pourra en pratique trouver là un moyen de supprimer l'action nocive des poussières siliceuses ou silicateuses inhalées par les mineurs d'or ou de charbon.

Mais toutes ces données ne semblent être sorties que timidement encore du domaine du laboratoire, où en est encore à pu près au stade expérimental (empoussiérage d'animaux, dosages de la silice dissoute, sans ou avec substances empêchantes ou neutralisantes).

Il faut cependant citer certaines tentatives dans le domaine pratique. Sayers rapporte qu'aux Etats-Unis on a, dans certaines mines, essayé de répandre des poussières de chaux dans les galeries. Un ingénieur français, M. P. AUDIBERT, a mélangé à la silice des mines de fer de Pertusola, des poussières d'alumine.

Nous ne sommes pas encore fixés sur les résultats obtenus.

POLICARD, dans la *Presse Médicale* de novembre 1945, rapporte : « Des tentatives de prévention de la silicose humaine par l'aluminium et l'alumine ont été jusqu'à présent réalisées dans trois séries d'essais. »

CROMBIE, BLAISBELL et Mac PHERSON ont appliqué le traitement (administration de poussières d'aluminium ou d'alumine hydratée amorphe par inhalation, à raison de séances de 4 à 30 min. par jour) chez 34 silicotiques de TIMMINS (Ontario, Canada), environ la moitié d'entre eux ont montré une atténuation des symptômes dyspnéiques subjectifs, chez un tiers, il y a eu amélioration des tests respiratoires objectifs.

Des observations non encore publiées de HANNON, signalées par L. U. GARDNER, concernent un nombre élevé de travailleurs en matériaux réfractaires. Chez eux fut notée une disparition rapide des symptômes dans pratiquement presque tous les cas. Ces ouvriers respiraient une poussière très nocive, constituée de particules de quartz, de tridymite et de cristobalite.

L. U. GARDNER, DWORSKI, DELAHANT et G. W. WRIGHT ont soigné pendant un temps assez long (jusqu'à 10 mois) 7 silicotiques (5 mineurs de mine de fer et 2 de mine de plomb). Les 5 premiers présentaient des lésions discrètes déjà conglomérées. Ils furent traités par la poudre d'aluminium métallique. Les résultats furent dans l'ensemble négatifs, sauf chez un seul sujet, silicotique au second degré, avec forme assez rapide. Chez les deux silicotiques de mine de plomb, l'alumine fut utilisée avec atténuation nette des symptômes, en particulier, de la fatigue et de la dyspnée. Les lésions pulmonaires restèrent stationnaires, mais sans rétrocession.

Tels sont les faits observés en Amérique pendant la pé-

riode de la guerre. Ils sont encore trop peu nombreux pour permettre des conclusions formelles. On doit cependant retenir trois notions :

L'administration d'aluminium métallique ou d'alumine hydratée s'est montrée inoffensive ; il y a eu atténuation fréquente des symptômes subjectifs, en particulier, de la dyspnée et de la fatigabilité ; les lésions ont paru être radiologiquement arrêtées. Il semble permis de se rallier aux conclusions de L. U. GARDNER, DWORSKI et DELAKANT. L'aluminium et l'alumine hydratée amorphe paraissent inhiber spécifiquement les réactions fibreuses à la silice, leur administration semble prévenir la progression des lésions silicotiques ».

L'aluminium ou l'alumine seraient absorbés par la silice, qu'ils recouvriraient d'une mince pellicule isolante et il semble bien que cette nouvelle poussière si elle annihile l'action nocive de la silice, ne soit pas toxique pour le poumon par l'aluminium ou l'alumine qu'elle lui apporte.

Quoi qu'il en soit, de la poussière pénètre dans le poumon et il faudra un long recul dans le temps pour juger de l'efficacité et de la parfaite innocuité de ces mesures dans la pratique minière.

METHODES DE PROTECTION INDIVIDUELLE

Les masques filtrants. — Existe-t-il un masque filtrant capable d'arrêter des poussières aussi fines que celles qui sont incriminées dans la production de la silicose.

Les masques ordinaires se sont montrés inefficaces. M. P. AUDIBERT propose dans la *Revue de l'Industrie Minérale*, octobre 1936, le masque Ingurtosu.

L'appareil filtrant consiste en une boîte métallique que l'ouvrier porte à la ceinture, contenant entre des treillages métalliques, 4 épaisseurs de toile filtrante. Ce masque serait paraît-il plus efficace et moins gênant que le masque ordinaire. Les mesures de son efficacité faites au conimetre, sont entachées du doute qui plane sur les résultats donnés par un tel type d'appareil.

Pierre SEUILLOT, dans la *Revue de l'Industrie Minérale*, juin 1945, dit : « Jusqu'à présent nos essais de filtres ont échoué. Mais ils n'ont fait qu'aborder le domaine des possibilités. Par exemple, on sait préparer des tampons de fibres à texture très fine et cependant d'une excellente perméabilité, à partir d'une bouillie dont le liquide est refoulé par un autre liquide, très fluide et de densité plus faible ; ou encore des fibres déchiquetées sont entraînées par un courant d'air et sédimentées sur une sorte de filtre presse. Ces deux procédés sont employés industriellement avec de bon résultats ; on arrive même, assure-t-on, à arrêter complètement les fumées en enduisant les fibres de cuprène préparé en présence de faibles quantités de magnésium.

Au cours d'essais portant sur un centaine de masques, 5 seulement, équipées avec ces filtres ont été retenus ; le rendement relatif aux seules poussières dangereuses est, paraît-il, d'environ 90 %... plus loin cependant : « Il est bien entendu que le protecteur ainsi agencé ne pourra pas servir pendant le forage ni le pelletage ; on le réservera aux opérations telles que le minage et le transport, ou aux chantiers équipés d'une chargeuse mécanique ».

Inconvénients des masques filtrants. — En dehors de leur efficacité relative il existe de nombreux inconvénients inhérents aux masques filtrants qui rendent leur application impossible dans la pratique minière quotidienne,

De tels masques sont en dépression et rendent la respiration difficile par les efforts qu'ils nécessitent pour faire franchir à l'air les espaces très fins de la substance filtrante. Le moindre défaut d'étanchéité rend leur efficacité illusoire, et cette étanchéité n'est obtenue qu'au prix d'une compression de la face, désagréable et génératrice de maux de tête.

La quantité d'air attirée dans l'appareil par chaque inspiration est plus faible que celle qu'une même inspiration attirerait à l'air libre, ce qui entraîne déjà une fatigue supplémentaire, et cet air, avant de pénétrer dans le poumon baigne la face en sueur de l'ouvrier et se charge d'émanations nocives.

En raison de ces inconvénients le port du masque filtrant ne peut être enduré, durant un poste entier (8 heures) (il se colmaterait d'ailleurs bien avant) et on ne peut le considérer comme une mesure capable à elle seule de protéger contre les poussières.

Masque à surpression. — L'usage de masques à injection d'air a fait ses preuves en jugulant la silicose dans les industries du jour; son emploi au fond de la mine en est encore au stade des essais, en raison des difficultés de son adaptation à ces conditions de travail particulières.

De nombreux auteurs ont préconisé l'emploi de l'air de la surface fourni directement au mineur; JONES en 1934, et avant lui le Professeur S. L. CUMINS et d'autres encore, ont vu là, la solution du problème de la lutte contre la silicose.

Cependant, JONES est certainement le premier à avoir eu en vue un type d'appareil utilisable.

SEUILLOT, dans la *Revue de l'Industrie minière*, juin 1945, décrit le masque qu'il utilise dans les mines d'Anzin,

du groupe des houillères du Nord et du Pas-de-Calais, ce masque s'apparente à celui qu'avait proposé JONES, par bien des points.

Principe de l'appareil. — Il comporte un masque isolant, à circuit ouvert, relié à la conduite générale d'air comprimé par un détendeur à laminage qui fournit un débit d'air surabondant et réglable ; le visage est maintenu dans une atmosphère correctement conditionnée, saine, en surpression variable, mais toujours positive.

De cette définition découlent les caractéristiques suivantes : prévues théoriquement, elles ont été jusqu'à présent confirmées :

— de l'air en surpression étant fourni en quantité pratiquement illimitée et à la pression désirée, par le détendeur, l'ouvrier n'aura pas à prendre des précautions spéciales pour porter un masque parfaitement ajusté ; les fuites accidentelles produites par des détériorations ne rendent pas la protection illusoire, comme dans le cas de masque filtrant, « corrélativement ce masque confère une protection parfaite contre les fumées d'explosifs, qui à la longue donnent parfois lieu à certains accidents d'ordre respiratoire, nerveux ou digestif » ;

— JONES insiste sur la nécessité d'utiliser de l'air comprimé dans un turbo-compresseur, car l'air comprimé par les compresseurs à piston contiendrait des gaz nocifs dûs à la décomposition de l'huile de graissage des pistons.

SEUILLOT : « ...la pureté de l'air injecté est entièrement satisfaisante (il s'agit de l'air provenant des compresseurs à piston), ainsi qu'il résulte des divers contrôles effectués jusqu'à présent. En particulier, on ne remarque aucune odeur ; et, avec un réactif oxydant, la teneur en vapeur d'huile paraît inférieure à celle de l'atmosphère des ate-

liers. En un mois un bowetteur respirera à ce titre moins d'huile (et d'une huile non irritante) qu'il ne fait à la suite de quelques graissages à l'orifice d'admission de son marteau perforateur « dans les canalisations du fond la saturation limite automatiquement à une valeur peu variable la proportion d'humidité transportée par l'air comprimé; les purgeurs évacuent d'autant plus d'eau grasse que le temps est moins sec. Le degré hygrométrique de l'atmosphère que l'on fait régner dans le masque est donc moins élevé et plus constant que celui de l'atmosphère du jour », ainsi, l'ouvrier est placé dans une ambiance plus saine que celle du fond, même quand celle-ci est exempte de poussières. Avec cet air sec et légèrement rafraîchi, les produits de sa respiration et de sa transpiration sont évacués correctement, son visage et son masque ne sont pas souillés »...

« La pression de l'air comprimé ne varie pas comme dans l'alimentation par réservoir, ce qui permet d'adopter un détendeur simple et robuste »... « cette pression a permis de réduire le diamètre du flexible à 10-12 mm., ce qui le rend léger, peu encombrant et souple... la longueur adoptée 7 à 8 m. conserve la liberté des mouvements indispensables à front ».

Description. — SEUILLOT propose l'utilisation des stocks de masque à gaz de combat (masque Ajax, en caoutchouc facilement lavable), destinés à la population civile:

« ...les viseurs sont remplacés par une fenêtre en celluloid, facile à essuyer et au besoin à remplacer, elle se salit d'autant moins, qu'elle est balayée par une lame d'air propre ; la sortie principale de l'air se fait par une étroite fente horizontale, qui, en même temps, maintient dans le masque la surpression désirée.

L'intérieur du masque comporte deux compartiments, séparés de manière non étanche à hauteur des pommettes par un déflecteur en caoutchouc dont le bord épouse la forme du visage ; ce déflecteur empêche le courant d'air intérieur de fatiguer les yeux à la longue.

Le tuyau accordéon habituel, qui reste en moyenne dans le plan sagittal de l'ouvrier est branché sur le détendeur, fixé lui-même sur une ceinture à dégrafage instantané... »

L'admission de l'air est réglable par une vis à bouton moleté portée par le détendeur... le tuyau haute pression suit la ceinture et la quitte vers l'arrière.

Extension de l'autonomie. — Il est nécessaire que les bowetteurs puissent se rendre derrière le buttoir pendant le minage et que l'un d'eux puisse rouler les berlines tout en conservant une protection convenable ».

Les ouvriers ayant à se déplacer sur une distance trop grande, et d'une manière générale tous les ouvriers lorsqu'ils gagnent ou quittent le lieu de leur travail, débranchent le flexible à haute pression (raccord canette ou à baïonnette) et l'adapte sur une réserve d'air comprimé portative « ...un petit surpresseur branché sur la colonne, remplit un réservoir sous une pression de 20 à 30 atmosphères ; il sert à recharger (sur place ou à l'accrochage) les bouteilles portatives qui sont en métal léger fretté par du fil d'acier à haute résistance ; une capacité de 5 litres paraît être pratiquement suffisante ».

Un autre procédé pour rendre leur autonomie aux ouvriers munis d'un masque à surpression, consiste à brancher directement le masque non plus sur le détendeur, mais sur un masque filtrant d'un bon modèle qui sera utilisé le moins longtemps possible.

L'emploi de tels appareils demandera la formation d'ouvriers spécialistes qui connaîtront bien le danger des poussières et les caractéristiques des masques dont ils auront à se servir. Si actuellement les mineurs au rocher reçoivent un salaire élevé, parce qu'ils ont à affronter le danger des poussières, à ce moment ce même salaire rétribuera leur qualité de spécialiste.

CONCLUSION

On ne sait pas encore bien exactement, ce qui rend la poussière dangereuse.

Le développement des moyens d'étude de l'infiniment petit, l'ingéniosité des chercheurs chimistes, physiciens, physiologistes arriveront sans aucun doute à le trouver, par leur collaboration étroite.

A ce moment pourra, peut-être, être mis en œuvre un moyen de protection, efficace, simple et facilement adaptable aux conditions de travail du sous-sol.

Des tentatives de neutralisation des poussières, par l'épandage de chaux, la pulvérisation d'aluminium et d'alumine hydratée, sont à l'étude et font l'objet d'expériences dans certains chantiers ; il faut de 5 à 10 ans pour devenir silicotique, il faudra au moins autant de temps pour juger de l'efficacité de telles mesures.

En attendant, journellement des ouvriers respirent des poussières dangereuses et contractent la silicose. Or, nous connaissons, à côté des procédés classiques (usage de l'eau, de capteurs de poussières) dont l'efficacité est de plus en plus mise en doute, un procédé sûr pour les soustraire à ce danger : le port du masque à surpression, dont l'installation pour aussi onéreuse et peu pratique qu'elle soit, n'en est pas moins possible, et fait l'objet d'essais satisfaisants.

BIBLIOGRAPHIE

- AUDIBERT (P.) — Lutte contre la silicose. *Revue de l'Industrie Minière*, octobre 1936.
- BRAMMAL (A.) and J. G. C. LEECH. — Geochemistry Applied to the Problems of Silicosis.
 — A note on the hydrolysis of Rock-forming Minerals. *Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy* 1937.
- BRAMMAL (A.), LEECH J.G.C. and BANNISTER (F.A.) — Mineralogical Society, janvier 1937.
 — *Geol. Mag.*, vol. 74, mars 1937.
 — *Science Progress*, avril 1937.
- BRISCOE (H.V.), JANET (W.), MATTHEWS, P. F. HOLT and PHYLLIS (M.), SANDERSON. — The Sampling of Industrial Dusts by means of the Labyrinth.
 — A Note on Some New Characteristic Properties Of Certain Industrial Dusts.
 — Porous Solid Filters for Sampling Industrial Dusts. *Transactions of the Institution Of Mining and Metallurgy* 1937.
- CADY (J.) — La silicose pulmonaire dans les mines d'or de l'Anjou. *Thèse Paris*, 1938.
- CHAIINEAUX. — Réflexions d'un ingénieur sur les poussières dans le traçage des galeries au rocher. *Méd. du Travail*, juillet 1941.
- FONTAYNE (F.). — A propos du projet de loi du Professeur Duvoir sur la prévention et la réparation de la silicose. *Thèse Montpellier*, 1944.
- GREEN (H.L.) — Recent Developments in Methods of Sampling Dusts. *Transactions of the Inst. of. Min. and Metal*, 1935.
- JONES (W. R.) — Silicosis. *Trans. of the Inst. of Min. and Metal*, 1934.
- MAGNIN (J.). — La collaboration indispensable de l'ingénieur et du médecin. *Méd. du Trav.*, mars 1937.
- MAGNIN et CONROZIER. — 250 cas de silicose. *Méd. du Trav.*, juillet 1941.
- POLICARD (A.). — Données nouvelles sur l'emploi de l'aluminium et de l'alumine dans le traitement préventif et le traitement de la silicose. *Presse Médicale*, nov. 1945.
- SEUILLOT (P.). — Etude des poussières, lutte contre la silicose. *Revue de l'Ind. Min.*, juin 1945.
- SILAS (M. de) — Le captage des poussières dans les chantiers d'ardoisière. *Méd. d'Usine*, juillet 1938.
- ROCHE (Louis). Lyon. — Empoussiérage des chantiers au rocher dans les mines de charbon.

S E R M E N T

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Etre suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent, et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ! Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

En ma qualité de Censeur de
tour, j'ai lu la thèse ayant pour
titre :

« La lutte contre les poussières
dans les mines, à propos de la
prophylaxie de la Silicose »

par M. Yvon ARNOUX

Je pense que la Faculté peut en
permettre l'impression.

Montpellier, le 11 janvier 1946.

Le Professeur,
CARRIEU.

VU :

Montpellier, le 16 janvier 1946.

Le Doyen,
GIRAUD.

Vu et permis d'imprimer:

Montpellier, le 17 janvier 1946.

Pour le Recteur :

MATHIAS.

La Faculté de Médecine de Montpellier déclare que les opinions
émises dans les dissertations qui lui sont présentées, doivent être
considérées comme propres à leur auteur et qu'elle n'entend leur
donner ni approbation, ni improbation.



